

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ³ : G01S 17/42; G01C 21/00	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 82/01420 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 29. April 1982 (29.04.82)
--	----	--

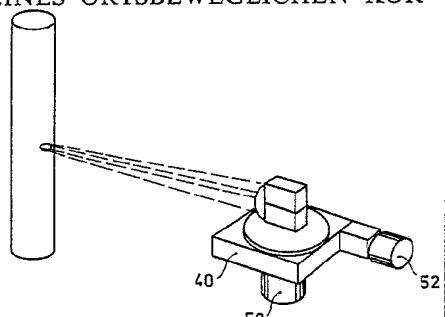
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH81/00115
(22) Internationales Anmeldedatum: 19. Oktober 1981 (19.10.81)
(31) Prioritätsaktenzeichen: 7841/80-9
(32) Prioritätsdatum: 21. Oktober 1980 (21.10.80)
(33) Prioritätsland: CH
(71)(72) Anmelder und Erfinder: ARATO, Laszlo [CH/CH]; Seebuchtstr. 19, CH-6374 Buochs (CH).
(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), JP, US.
Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>

(54) Title: METHOD AND INSTALLATION FOR DETERMINING THE MOVE COORDINATES FOR THE REMOTE CONTROLLED PATH OF A MOVING BODY

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANLAGE ZUR ERMITTlung DER BEWEGUNGSKOORDINATEN FÜR DEN RICHTUNGSGESTEUERTEN ARBEITSABLAUF EINES ORTSBEWEGLICHEN KÖRPER

(57) Abstract

Two reflecting devices are fixed out of the moving field (A, B) of a moving body in order to determine the coordinates of its movement (x_w, y_w, p_w), said reflecting devices being made of a reflecting sheet secured on a pole. On the moving body are fitted according to a given horizontal interval (a) a first goniometrical installation provided with a telemetry device and a second goniometrical installation, both comprising a power mechanism which drives a transmitter-receiver on a vertical axis. Upon receiving a maximum intensity wave reflected by one of the reflecting installations, the instantaneous position is determined and, hence, a reflecting pole is identified and the angle to be measured is determined, then a corresponding signal is transmitted to a calculator which gives the location coordinates as a result of the measuring of two angles, of a distance and of a geometrical triangulation. The calculation is made possible by means of the measuring of two distances from the reflecting installations or of the measuring of one distance and two angles.



(57) Zusammenfassung

Für die Ermittlung der Bewegungskoordinaten (x_w, y_w, p_w) eines ortsbeweglichen Körpers werden zwei ausserhalb seines Bewegungsbereiches fest angebrachte Reflektoreinrichtungen (A, B) verwendet, die aus einem Pfosten mit einer darumgelegten Reflexfolie bestehen. Auf dem ortsbeweglichen Körper sind in bestimmtem horizontalen Abstand (a) voneinander eine Winkelmesseinrichtung mit einer Distanzmesseinrichtung sowie eine zweite Winkelmesseinrichtung vorgesehen, die je Winkelmessung einen Drehantrieb aufweisen, der je eine Sender- und Empfängereinheit um eine vertikale Achse dreht. Beim Empfang einer von den Reflektoreinrichtungen zurückgeworfenen Strahlung maximaler Intensität wird die momentane Drehposition und damit ein zu vermessernder Reflektorpfosten erkannt und der zu messende Winkel bestimmt und ein entsprechendes Signal an einen Rechner weitergegeben, der die Positionscoordinaten aufgrund der Messung von zwei Winkeln, einer Distanz und den geometrischen Dreieckbeziehungen errechnet. Die Berechnung ist auch aufgrund der Messung von zwei Distanzen zu den Reflektoreinrichtungen oder der Messung von einer Distanz und von zwei Winkeln möglich.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FR	Frankreich	ML	Mali
AU	Australien	GA	Gabun	MR	Mauritanien
BB	Barbados	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BE	Belgien	HU	Ungarn	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	IT	Italien	NO	Norwegen
BR	Brasilien	JP	Japan	RO	Rumänien
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SD	Sudan
CG	Kongo	KR	Republik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	SU	Soviet Union
DE	Deutschland, Bundesrepublik	LU	Luxemburg	TD	Tschad
DK	Dänemark	MC	Monaco	TG	Togo
FI	Finnland	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika

- 1 -

Verfahren und Anlage zur Ermittlung der Bewegungskoordinaten für den richtungsgesteuerten Arbeitsablauf eines ortsbeweglichen Körpers.

In zahlreichen technischen Bereichen ist es erforderlich, mit hoher Genauigkeit die Richtung eines ortsbeweglichen Körpers in bezug auf die Umgebung zu steuern, insbesondere, wenn der Arbeitsablauf einer Maschine aufgrund eines Programmes durch die Bahn der Ortsbewegung der Maschine bestimmt ist. Dies trifft beispielsweise für mobile Roboter zu, wie in der Schweizer Patentschrift (Gesuch Nr. 1097/76) beschrieben ist. Eine vergleichbare Aufgabenstellung ist z.B. auch bei der Steuerung von Strassenbaumaschinen, Erzabbaumaschinen im Tagebau, Vortriebsmaschinen im Untertagebau, Oberflächenformmaschinen, usw. vorhanden.

Mechanische Verfahren zur Richtungssteuerung, wie z.B. durch Verlegen von Schienen sind häufig nicht anwendbar. Es wurde bereits auch vorgeschlagen, die Richtungssteuerung von Maschinen mit Hilfe von Laserstrahlen auszuführen, jedoch oft ist eine solche Steuerung unerwünscht und in ihrer Anpassungsfähigkeit und Genauigkeit nicht ausreichend. Die genaue Anordnung und Ausrichtung der Anlagenteile einer Lasersteuerung ist mit hohem Aufwand verbunden, der Wartungsaufwand



- 2 -

ist verhältnismässig gross und es bestehen häufig auch Befürchtungen hinsichtlich einer möglichen Schädlichkeit der Strahlung für das Personal.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Ermittlung beliebiger Bewegungskoordinaten für den richtungsgesteuerten Arbeitsablauf eines ortsbeweglichen Körpers zu finden, das eine hohe Genauigkeit, weitgehende Unempfindlichkeit gegenüber Störeinflüssen aufweist und fortlaufend während der Ortsbewegung durchführbar ist. Außerdem soll das Verfahren mit geringem Aufwand von Geschicklichkeits- und Handarbeit ausführbar sein. Insbesondere soll ein Verfahren gefunden werden, das sich besonders in Verbindung mit der programmierten Steuerung von mobilen Robotern eignet, indem es die hierfür erforderlichen Positions- bzw. Ortsbewegungskoordinaten als Eingabe liefert. Diese Aufgaben werden gelöst durch ein Verfahren gemäss den Definitionen der Patentansprüche.

Die elektronische Distanzmessung kann mit an sich bekannten elektronischen Distanzmessern mit Laufzeitmessung von koordinierten elektromagnetischen Wellen z.B. in vorteilhafter Ausführungsform durch Intensitätsmodulation erfolgen. Als Mass für die zu messende Distanz dient dabei die Laufzeit zwischen der aus einem Sender austretenden und von einem Reflektor in einen Empfänger zurückgeworfenen Welle. Ein gesignerter moderner elektronischer Distanzmesser, der mit Licht-



- 3 -

wellen arbeitet, ist beispielsweise unter der Bezeichnung DM 500 der Firma Kern AG, CH-Aarau, bekannt und in Prospekten dieser Firma beschrieben.

In vorteilhafter Ausführungsform des Verfahrens werden als Reflektoreinrichtung omnidirektionale Tripelspiegel verwendet, die die Eigenschaft haben, unter beliebigen Winkeln die einfallenden Strahlen um 180° umzulenken, so dass sie in der Einfallrichtung zurückreflektiert werden. Daraus ergibt sich der bedeutende Vorteil, dass verhältnismässig kleine Reflektorposten mit beispielsweise einem Durchmesser von 5 - 10 cm bei einem Abstand vom Distanzmesser von ca. 50 m verwendet werden können, und dank des grossen Arbeitswinkels von 360° derselben keine besondere Ausrichtung bzw. Montageeinrichtungen erforderlich sind.

Es ist für die Bestimmung der Bewegungskoordinaten mit Hilfe der elektronischen Distanzmessung erforderlich, dass eine von den Distanzmessern ausgesandte Strahlung auf eine zum voraus gewählte Reflektoreinrichtung auftrifft, deshalb wird in vorteilhafter Ausführungsform des Verfahrens die Ausrichtung des Distanzmessers auf den Reflektorposten mittels Zielsuche ausgeführt, durch die das Gerät um eine Vertikalachse des ortsbeweglichen Körpers geschwenkt wird, bis die höchste Intensität des reflektierten Strahls von dem runden Reflektorposten des Distanzmessgerätes empfangen wird. Da die Schwenkbewegung des somit auch als Suchstrahl verwendeten



- 4 -

Messtrahles um eine vertikale Achse erfolgt, wird in weiterer vorteilhafter Ausführungsform des Verfahrens das Nachführen des Distanzmessgerätes mit Hilfe des Differenzsignals als Führungsgröße von zwei unmittelbar benachbarten, waagrecht angeordneten Empfängerdioden (oder Empfangsflächen einer gemeinsamen Diode, z.B. SFH 204 der Fa. Siemens) des Empfangsgerätes erzielt.

Vorteilhaft kann die Anlage bzw. ihr Gerät zur elektronischen Auswertung zusätzlich mit einem Kurskreisel verbunden sein, um bei Ausführung der elektronischen Distanzmessung bei Stillstand des ortsbeweglichen Körpers während der Weiterbewegung eine wesentliche Kursabweichung zu verhindern. Ein Kurskreisel ist jedoch nicht erforderlich bei einer Ausführungsform der Erfindung bei der fortlaufend die Messung mindestens eines Winkels erfolgt, der zwischen einer Bezugsachse des ortsbeweglichen Körpers und einer Verbindungsleitung vorhanden ist, die zwischen einer am ortsbeweglichen Körper angebrachten Einrichtung zur Winkelmessung und einer Reflektoreinrichtung verläuft.

Eine für die berührungslose Winkelmessung geeignete erfundungsgemäße Einrichtung hat eine Sender- und Empfängereinrichtung für eine gebündelte Strahlung, deren Durchmesser auf eine Distanz von 50 m z.B. 60 mm beträgt, einen mit dem Sender und Empfänger verbundenen Winkelkodierer zur Abgabe eines dem gemessenen Winkel entsprechenden Signales, wenn die von



- 5 -

dem Empfänger aufgenommene Strahlungsintensität ein Maximum erreicht hat, und einen mit Servomotor angetriebenen Dreh- tisch resp. Vorrichtung zur Aufnahme, Ausrichtung bzw. Nach- führung des Senders und des fest mit ihm gekoppelten Empfän- gers auf die Winkelposition, bei der die maximale Strahlungs- intensität empfangen wurde.

Als Reflektoreinrichtung werden Pfosten verwendet, um die eine Reflexfolie entsprechend dem Tripelspiegelprinzip ge- legt ist. Derartige Reflexfolien sind z.B. unter der Handels- bezeichnung der Firma 3M, St. Paul, Minnesota/USA, "Scotch light Reflexfoil High intensity grade 2870" bekannt. Die Funktion: Reflexintensität in Abhängigkeit des Einfallwin- kels verläuft nach einer "Glockenkurve", deren Spitze die maximale Intensität der reflektierten Strahlung ergibt, wenn die Winkelmessung bzw. deren Sender- und Empfängereinheit auf die für die Koordinatenbestimmung massgebliche Mittel- achse des Reflektorpfostens ausgerichtet ist. Der Durchmesser der Pfosten der Reflektoreinrichtungen beträgt beispiele- weise 100 mm.

Mittels zwei unmittelbar benachbarten, waagrecht angeordne- ten Empfängerdioden kann die Intensität der Rückstrahlung für die Führungsgrösse der Zielsuche als Summe gebildet wer- den. Wenn sich der Lichtfleck von der Symmetrielinie der beiden Dioden verschiebt, ändern sich die Teilsummen der Dioden. Aufgrund dieser Veränderung wird ein Differenzsignal



- 6 -

zur Führungsgrösse der Nachführung gebildet. Mittels dieser Einrichtung bleibt der Winkelmesstrahl trotz der Weiterbewegung auf die Mittelachse der zum voraus bestimmten Reflektoreinrichtungen ausgerichtet, so dass die Bewegungs-koordinaten während der Bewegung des Körpers fortlaufend bestimmt werden können, vorausgesetzt, dass eine zweite vergleichbare Einrichtung für die Distanz- oder Winkelmessung auf die zweite Reflektoreinrichtung ausgerichtet ist und entsprechend der Bewegung nachgeführt wird.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Anlage zur Durchführung des Verfahrens,

Fig. 2 eine graphische Darstellung der Position der Reflektoreinrichtung sowie der momentanen Position des ortsbeweglichen Körpers in bezug auf ein Koordinatensystem,

Fig. 3 + 4 eine graphische Darstellung der geometrischen Gegebenheiten für die Koordinatenbestimmung aufgrund der Messung von einer Distanz und von zwei Winkeln und eine Darstellung der Rechnerarbeit,



- 7 -

Fig. 5 + 6 eine Darstellung entsprechend Fig. 3 und 4,
jedoch für eine Koordinatenbestimmung auf-
grund der Messung von drei Winkeln,

Fig. 7 eine schematische Darstellung einer Anordnung
für die Winkel- und/oder Distanzmessung und

Fig. 8 die Funktion der Führungsgrößen für die
Zielsuche und der Nachführung.

Das Distanzmessgerät 2 ist über einen Schwenkantrieb 4 fest
auf dem ortsbeweglichen Körper 6 befestigt und zur Ausfüh-
rung einer Suchbewegung um die vertikale Welle 8 des Schwenk-
antriebes schwenkbar. Der ortsbewegliche Körper entspricht
beispielsweise einem Fahrzeug, das mit einer Programmsteue-
rung für seine Bewegung versehen ist, die sich an den er-
mittelten Koordinatenwert bzw. der Winkelposition in bezug
auf ein festgelegtes Koordinatensystem orientiert.

Für die automatische Richtungssteuerung des Fahrzeuges ist
an einer Stelle B sowie an einer Stelle C des Fahrbereiches
eine Vielzahl von Tripelspiegeln 10 an einem nicht darge-
stellten Pfosten in Form eines Folienelements angebracht,
von denen einer in Fig. 1 dargestellt ist.

Ein an dem Distanzmessgerät befestigter Sender 12 gibt mit-
tels einer Halbleiterdiode durch die nicht dargestellte Optik



- 8 -

einen Infrarotstrahl 14 ab, dessen Welle intensitätsmoduliert ist. Sobald der Tripelspiegel 10 durch die Suchbewegung des Distanzmessgerätes 2 in den Bereich des Strahles 14 gelangt und folglich ein Teil des Strahles vom Tripelspiegel reflektiert den Empfänger erreicht, wird die Suchbewegung des Gerätes 2 gestoppt, um in dieser Position auf an sich bekannte Weise eine Vielzahl von Distanzmessungen vorzunehmen, deren Mittelwert durch eine elektronische Rechnung ermittelt wird. Eine entsprechende Messung wird auch an dem zweiten Tripelspiegel z.B. entsprechend den Positionen C nach Fig. 2 vorgenommen, so dass eine elektronische Rechnung aufgrund der ermittelten Strecken \overline{AB} und \overline{AC} entsprechend der Darstellung in Fig. 2 die Strecken \overline{AD} und \overline{BD} bzw. die Koordinatenwerte oder den Richtungswinkel β der Fahrzeugposition bzw. Fahrzeugrichtung ermitteln kann.

Der reflektierte Strahl 16 gelangt dabei in dem Distanzmessgerät 2 über die Reflexion an einem halbdurchlässigen Spiegel 18 und einem vollreflektierenden Spiegel 20 durch eine Sammellinse 22 zu dem Empfängerteil 24 des Gerätes. Der Empfängerteil 24 gibt an eine Entstörseinrichtung 26 für den Schwenkantrieb 4 ein Signal weiter, durch das die Suchbewegung gestoppt wird. Außerdem wird der Empfängerteil 24 mit einer Einrichtung 28 für die elektronische Auswertung verbunden, um aufgrund der Phasendifferenz zwischen der Welle der abgesandten Strahlung sowie der Welle der von dem Tripelspie-



- 9 -

gel 10 zurückgeworfenen Strahlung die Entfernung zu berechnen. Das Ergebnis wird an ein digitales Anzeigegerät 30 sowie an einen Rechner 32 weitergeleitet. In dem Rechner 32 erfolgt die erwähnte Berechnung der Fahrzeugposition aufgrund der in Fig. 2 dargestellten geometrischen Beziehung.

Durch die Anordnung der Reflektorposten an den Stellen B und C, die in bezug auf das eine Koordinatenachse bestimmende Gitternord festgelegt ist sowie die erfolgte elektronische Messung der Distanzen des Distanzmessgerätes bzw. eines Bezugspunktes A des Fahrzeuges 6, sind die in Fig. 2 dargestellten Strecken \overline{BC} , \overline{AB} und \overline{AC} sowie der Winkel δ zwischen der Strecke \overline{BC} und der Strecke \overline{BD} bzw. einer Koordinatenachse bekannt. Der Winkel α ergibt sich durch die folgende Beziehung

$$\alpha = 2 \cdot \arccos \sqrt{\frac{Q(Q - \overline{AC})}{\overline{AB} \cdot \overline{BC}}}$$

Dabei ist Q

$$= \frac{(\overline{AB} + \overline{AC} + \overline{BC})}{2}$$

Der Winkel β berechnet sich dann wie folgt:

$$\beta = \arccos \left[-\cos (\alpha + \delta + 90^\circ) \right]$$



- 10 -

Die Strecken \overline{AD} und \overline{BD} rechnen sich dann wie folgt:

$$\overline{AD} = \overline{AB} \cdot \cos \beta$$

$$\overline{BD} = \overline{AB} \cdot \sin$$

Die Strecke \overline{AD} entspricht dabei beispielsweise dem Ordinatenwert eines Kartesischen Koordinatensystems und \overline{BD} dem Abszissenwert.

Da hiermit der Winkel β errechnet ist und der Winkel γ durch die am Gerät elektronisch abnehmbare Halteposition der Suchbewegung bestimmt ist, lässt sich dann der Winkel λ der Fahrtrichtung des Fahrzeuges 6 wie folgt bestimmen:

$$\lambda = 180 - (\gamma + \beta + 90^\circ)$$

Bei der Programmsteuerung der Bewegung des Fahrzeuges 6, wie es beispielsweise in der Schweizer Patentschrift Nr. 1097/76 beschrieben ist, kann das Programm mit dem ermittelten Koordinatenwert verglichen werden, um bei Abweichung eine Kurskorrektur auszuführen. Beim Waschen eines Flugzeuges oder eines anderen grossen Körpers mit Hilfe eines Waschfahrzeuges, nimmt das Waschfahrzeug schrittweise verschiedene Positionen ein, von denen aus mit Hilfe der Mechanik des Waschfahrzeuges die Bürsten über die Oberfläche des Flugzeuges bewegt



- 11 -

werden. Die Bestimmung der Koordinaten der jeweiligen Fahrzeugposition kann dann mit hoher Genauigkeit während des Stillstands des Fahrzeuges ausgeführt werden. Abhängig von der Geschwindigkeit der elektronischen Distanzmessung und der Verarbeitung der gemessenen Werte in dem Rechner der Anlage sowie von der Arbeitsgeschwindigkeit des Fahrzeuges ist es auch möglich, die Ermittlung der Bewegungskoordinaten während der Bewegung des Fahrzeuges auszuführen. Dies ist z.B. bei einer Distanzmessfrequenz von 5 Hz und einer Winkelmessfrequenz von 10 Hz bei einer Fahrgeschwindigkeit von 20 cm/s möglich. Falls jedoch die Messung der Distanzen \overline{AB} , \overline{AC} bzw. die Ermittlung der Bewegungskoordinaten während des vorübergehenden Stillstandes des Fahrzeuges ausgeführt wird, und zwischen den einzelnen Stillstandpositionen verhältnismässig grössere Weglängen zurückzulegen sind, so empfiehlt es sich, zusätzlich einen Kurskreisel 34 zu verwenden, der während der Bewegung des Fahrzeuges eventuelle Kursabweichungen der Rechenelektronik der Anlage mitteilt. Kurskreisel sind für die Richtungshaltung bekannt und sind mit einem Messwertgeber versehen, der Änderungen des Winkels zwischen der Laufachse des Kurskreisels und seines äusseren Rahmens, der mit dem Fahrzeug 6 fest verbunden ist, angibt.

Bei Verwendung von zwei auf dem ortsbeweglichen Körper in Abstand voneinander angebrachten Messeinrichtungen (Fig. 7) für die Distanz- und/oder Winkelmessung an den Stellen M und



- 12 -

L entsprechend der Darstellung nach Fig. 3 oder an den Stellen C und E entsprechend der Darstellung der Fig. 5 ist ein Kurskreisel überflüssig, da in diesem Fall die Messeinrichtungen auf die Reflektoreinrichtungen V und T nach Fig. 3 bzw. A und B nach Fig. 5 während der Bewegung durch Nachführung ausgerichtet bleiben, während im Beispiel nach Fig. 2 eine Messeinrichtung zwischen den Reflektoreinrichtungen B, C hin- und herschwenken muss, falls nicht an gleicher Stelle bzw. auf gleicher Achse Distanzmesseinrichtungen mit voneinander unabhängiger automatischer Nachführung auf je eine Reflektoreinrichtung verwendet werden.

Die Berechnung des Richtungswinkels ϑ_w der Fahrzeugachse ist den Darstellungen des Rechnungsweges in den Figuren 4 und 6 für zwei Ausführungsbeispiele des erfindungsgemässen Verfahrens zu entnehmen.

Fig. 7 zeigt eine Messeinrichtung, von der an den Stellen M und L nach Fig. 3 und den Stellen C und E nach Fig. 5 auf dem Fahrzeug im Abstand a ihrer Drehachsen voneinander je eine angeordnet ist. Der Drehantrieb 40 ist ein Schneckengetriebe mit einem Untersetzungsverhältnis von 1 : 180, wird mit einer max. Geschwindigkeit von z.B. 5 UpM angetrieben. An der Achse der Getriebe wird ein Absolutwinkelgeber 50 z.B. mit 10 bit Auflösung und am Antrieb der Getriebe ein Absolutwinkelgeber 52 von 6 bit Auflösung angekoppelt und elektrisch via eine nicht dargestellte, sogenannte "V"-Logik synchroni-



- 13 -

siert. Die auf diese Art erreichbare Winkelauflösung beträgt bei einer Distanz von ca. 50 m etwa 0,01 Grad.

Fig. 8 zeigt die typische Funktion der Führungsgrössen für die Zielsuche (Glockenkurve) und der Differenzmessung.

Die erforderlichen elektronischen Bausteine und ihre geeignete Kombination für die Verwirklichung der angegebenen Arbeitsweise der Messeinrichtung sind durch den Fachmann bekannt und nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

Das erfindungsgemäss Verfahren ermöglicht eine automatische Richtungssteuerung eines ortsbeweglichen Körpers mit einer hohen Genauigkeit, da die elektronische Distanzmessung der Distanzen AB, AC mit einer Genauigkeit von $\pm 1,0$ cm erfolgt und auch die Winkelmessung eine hohe Genauigkeit zulässt.

Insbesondere bringt die Verwendung von Tripelspiegeln bzw. entsprechender Reflexfolien, deren Anbringung an vorgegebenen Stellen keine besondere Sorgfalt erfordert, grosse Vorteile mit sich, da der omnidirektionale Reflektorposten einen Arbeitsbereich von ca. 360° hat, d.h. die Richtungsumkehr des einfallenden Strahles unabhängig von der Winkellage des Reflektorpostens zum Boden wie zum Strahlungserzeuger ist.

Es versteht sich, dass das erfindungsgemäss Verfahren in zahlreichen Bereichen eine vorteilhafte Anwendung finden kann, z.B. auch für fahrbare Roboter wie für die Automati-



- 14 -

sierung von Containerbahnhöfen, Bau- und Förderanlagen, landwirtschaftlichen Maschinen, Straßenmarkierungsfahrzeugen, Tunnelreinigungsmaschinen, usw. Wie erwähnt, lassen sich nach dem offenbarten Prinzip auch ohne Unterbrechung bewegte Fahrzeuge richtungssteuern, falls entlang der Fahrbahn an vorgegebenen Positionen Tripelspiegel angeordnet werden, wie es zur Kennzeichnung der Begrenzung von Straßen bereits üblich ist. Die Messseinrichtungen an dem Fahrzeug erfassen dabei stufenweise jeweils ein Paar von Reflektoreinrichtungen. Nach Überschreiten eines vorgegebenen Winkels suchen sich die Messseinrichtungen selbsttätig ein neues Paar von Reflektoreinrichtungen.



- 15 -

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung der Bewegungskoordinaten für den richtungsgesteuerten Arbeitsablauf eines ortsbeweglichen Körpers, gekennzeichnet durch Anordnen von je einer Reflektoreinrichtung an zwei fixierten Stellen (B, C, V, T, A, B) ausserhalb des Bewegungsbereiches des ortsbeweglichen Körpers, berührungsloses elektronisches Messen des Abstandes (AB, AC, LT) und/oder mindestens eines Winkels ($\alpha_w, \beta_w; \gamma_w, \varphi_w, \vartheta_w$) zwischen einer Bezugssachse des ortsbeweglichen Körpers und einer Verbindungsline zwischen einer Stelle des Körpers und einer der Reflektoreinrichtungen mittels einer oder zwei in Abstand voneinander auf der Bezugssachse des ortsbeweglichen Körpers angebrachten elektronischen Messeinrichtungen und Berechnen der Koordinatenwerte für die jeweilige Bewegungsposition des ortsbeweglichen Körpers aufgrund der geometrischen Dreiecksbeziehungen der Dreiecke, deren Eckpunkte die fixierten Stellen (B, C, V, T, A, B) und die Positionsstellen (A, M, L) der Messeinrichtungen sind und aufgrund der gemessenen Werte dieser Dreiecke.



- 16 -

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Messen mittels mindestens von zwei auf dem ortsbeweglichen Körper angeordneten und um eine vertikale Achse schwenkbaren Messeinrichtungen, die senkrecht zu ihren vertikalen Achsen einen bestimmten Abstand (a) voneinander aufweisen, wobei die Messung einer Entfernung (f) zwischen einer Messeinrichtung (L) und einer Reflektoreinrichtung (T) erfolgt und die Messung von je einem Winkel (α_w , β_w), die sich zwischen einer beide Messeinrichtungen verbindenden Bezugsachse des ortsbeweglichen Körpers und der Verbindungslinien (LT, MV) zwischen je einer der zwei Messeinrichtungen (M, L) und einer der Reflektoreinrichtungen (V, T) befinden (Fig. 3, 4).
3. Verfahren nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch Messen von drei Winkeln (δ_w , φ_w , χ_w) mittels mindestens von zwei auf dem ortsbeweglichen Körper in horizontalem Abstand voneinander angeordneten Winkelmesseinrichtungen (C, E), die sich zwischen einer beide Messeinrichtungen (C, E) verbindenden Bezugsachse des ortsbeweglichen Körpers und den Verbindungslinien (\overline{CA} , \overline{CB} , \overline{EA}) zwischen einer Messeinrichtung (C) und den beiden Reflektoreinrichtungen (A, B) und der anderen Messeinrichtung (E) und einer Reflektoreinrichtung (A) befinden (Fig. 5, 6).



- 17 -

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Reflektoreinrichtung Tripelspiegel verwendet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass jede Reflektoreinrichtung aus einem Pfosten besteht, der auf seinem Umfang eine Reflexfolie trägt.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Messeinrichtung ein Zielsuchgerät (4, 26) aufweist, durch das das Messgerät um eine Vertikalachse des ortsbeweglichen Körpers geschwenkt wird, bis es in Richtung auf eine Reflektoreinrichtung ausgerichtet ist (Fig. 1, 2 und 8).

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Messen der Entferungen (\overline{AB} und \overline{AC} , f) mittels frequenz- oder intensitätsmodulierten elektrischen Wellen erfolgt.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Distanz- und Winkelmessung durch denselben Sender 12 und dieselbe Empfangseinrichtung 24 vorgenommen wird.



- 18 -

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Divergenzbreite des Messtrahles in einer Entfernung von 50 m von dem elektronischen Distanzmesser 2 - 6 m beträgt.
10. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Messen der Entferungen während des Stillstandes des ortsbeweglichen Körpers ausgeführt wird, und die Kurssteuerung der Bewegung zwischen den Stillstandspositionen mittels eines Kurskreisels erfolgt.
11. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch mindestens ein auf einem ortsbeweglichen Körper (6) um eine Vertikalachse (8) schwenkbar angebrachtes elektronisches Distanz- und/oder Winkelmessgerät (2, 48) mit mindestens einem Messtrahl (14, 46), mindestens zwei Reflektoreinrichtungen (10, 54) mit Mitteln zur Befestigung an vorgegebenen, in bezug auf einen feststehenden Körper fixierten Stellen sowie ein elektronisches Rechengerät (32) zur Umrechnung von durch das Distanz- und/oder Winkelmessgerät ermittelten Distanzen und/oder Winkel zu den Reflektor-



- 19 -

einrichtungen in Koordinatenwerte des ortsbeweglichen Körpers in bezug auf ein Koordinatensystem.

12. Anlage nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch ein Winkelmessgerät und einen Distanzmessgerät oder durch eine Kombination von Beiden, mit einem Drehantrieb (40), einem Winkelkodierer (50) und einer aus einem Sender (42) und einem Empfänger (44) für eine gerichtete elektrische Strahlung (46) bestehende Einheit (48), die durch den Drehantrieb langsam um eine gemeinsame vertikale Achse drehbar sind, wobei der gemessene Winkelwert der Drehposition entspricht, bei der der Empfänger (44) aufgrund der Reflexion von einer der Reflektoreinrichtungen eine Strahlung maximaler Intensität aufnimmt.

13. Anlage nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Reflektoreinrichtungen aus je einem Pfosten (54) bestehen, der auf mindestens einem Teil seiner Umfangsfläche eine Reflexfolie trägt.



1/5

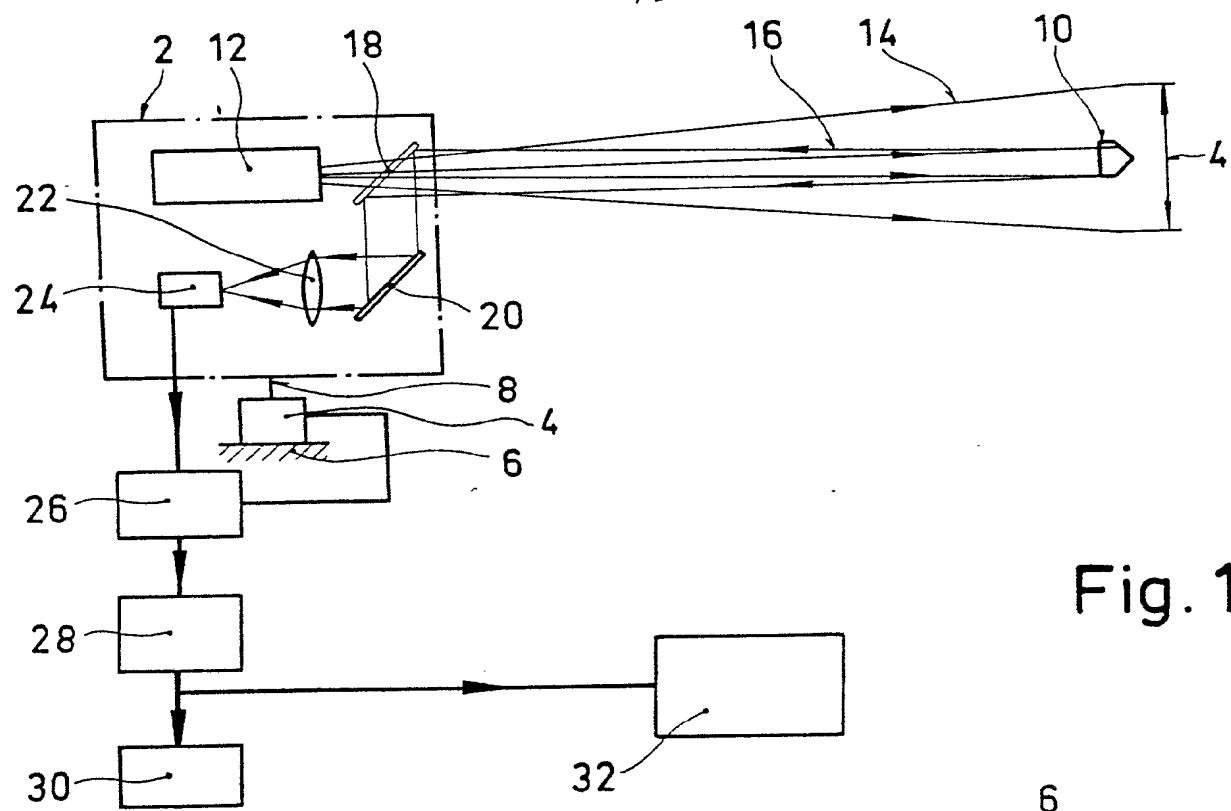


Fig. 1

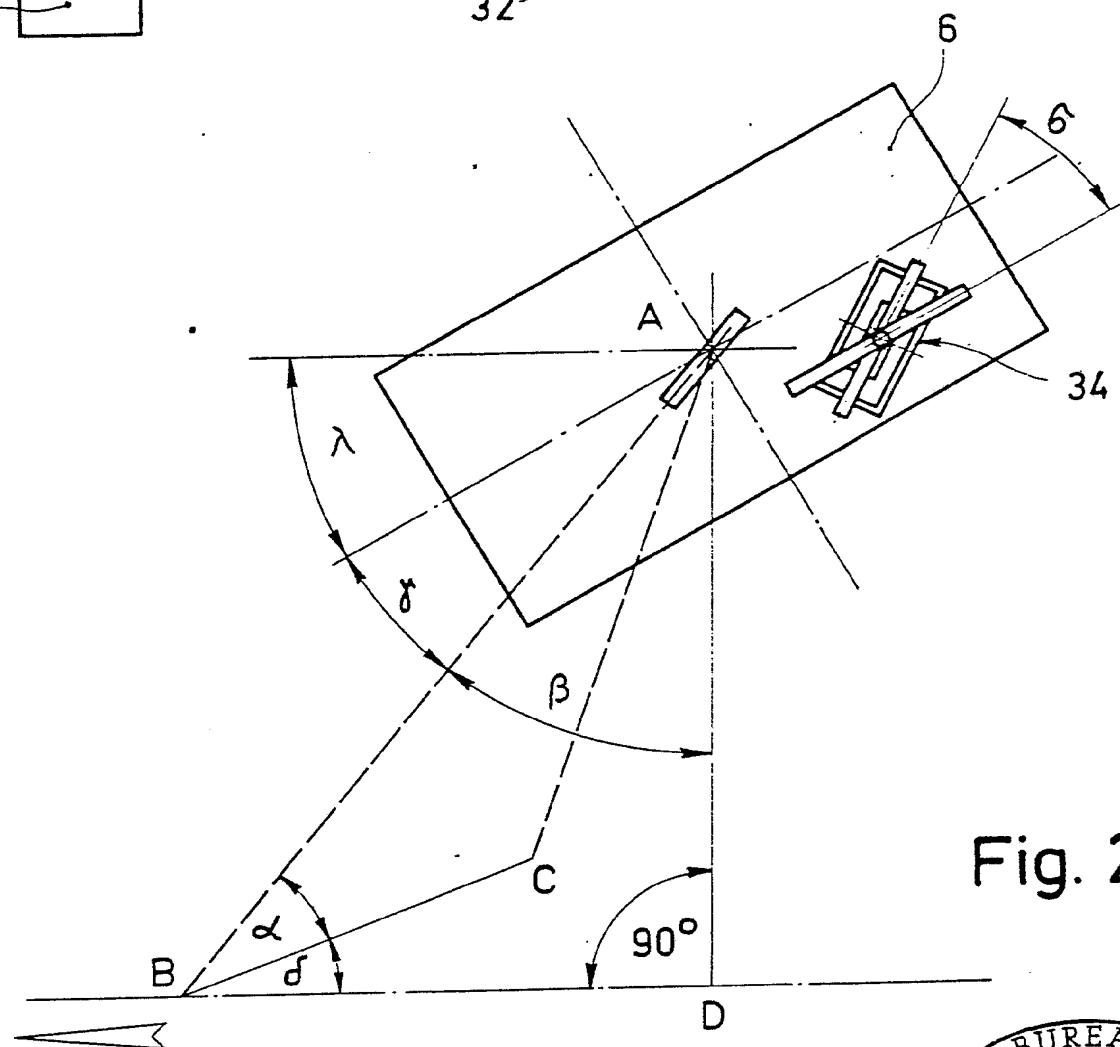


Fig. 2

2/5

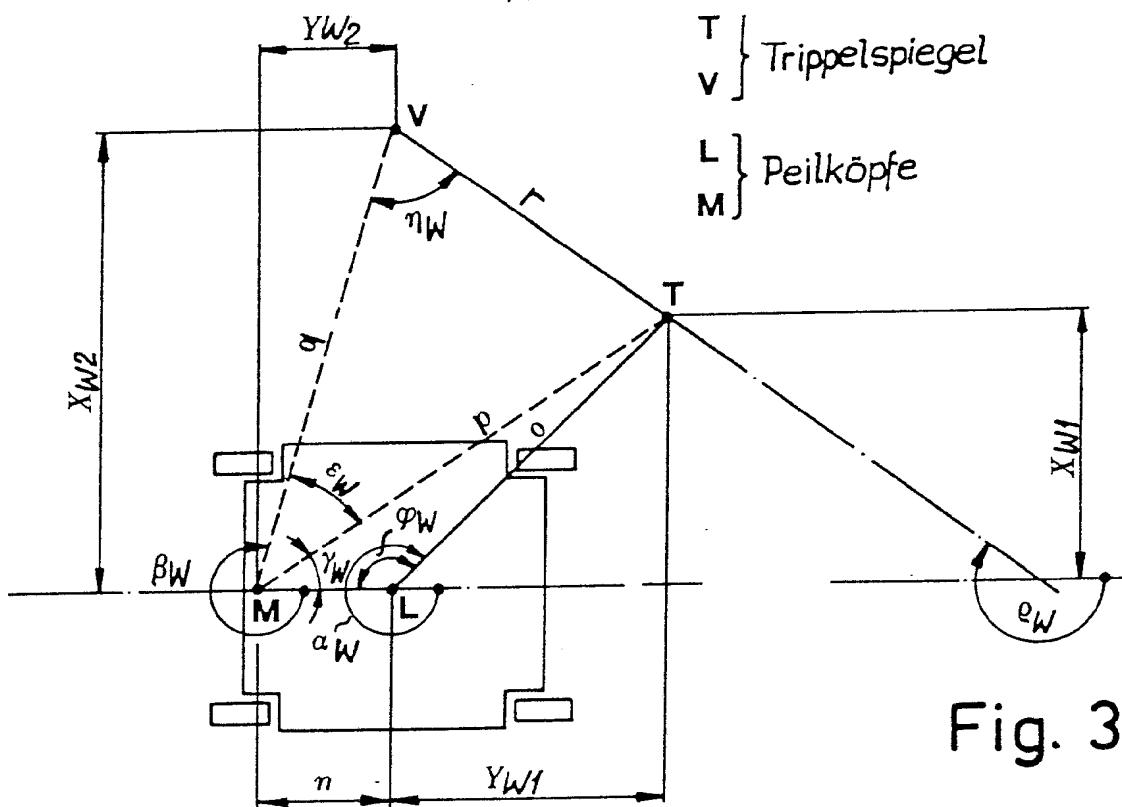
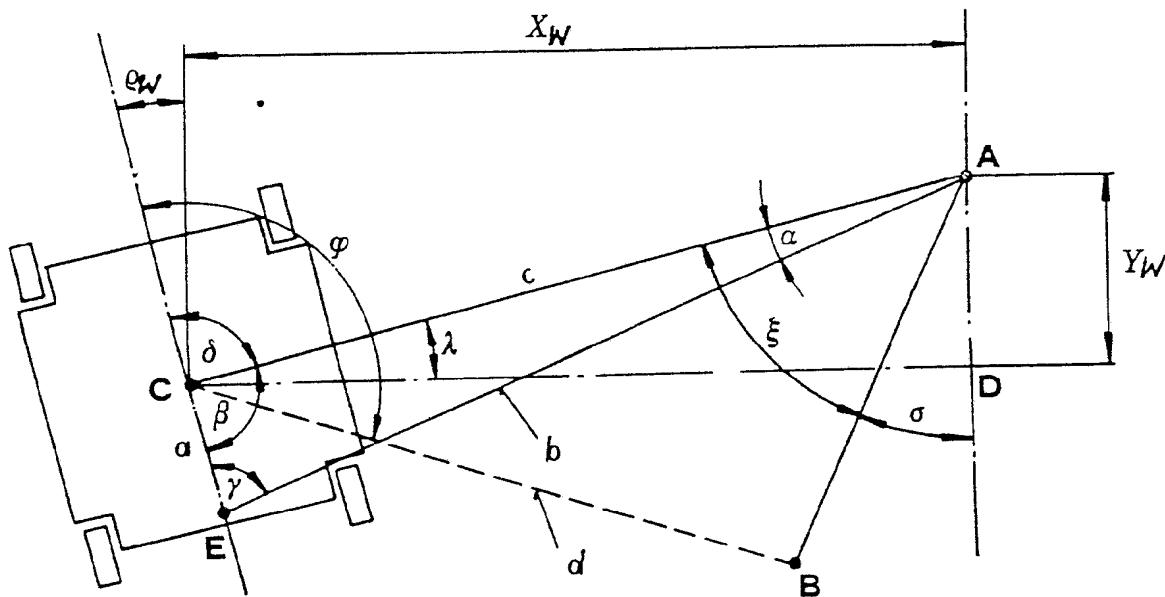


Fig. 3



A } Trippelspiegel
B }
C } Peilköpfe
E }

ERSATZBLATT



Fig. 5

3/5

$$\varphi_W = \alpha_W - 180^\circ \quad \text{wenn } \alpha_W > 180^\circ$$

$$\varphi_W = 180^\circ - \alpha_W \quad \text{wenn } \alpha_W < 180^\circ$$

$$p = \sqrt{o^2 + n^2 - 2 \cdot o \cdot n \cdot \cos \varphi_W}$$

$$\gamma_W = 2 \arccos \sqrt{\frac{\frac{n+o+p}{2} \cdot (\frac{n+o+p}{2} - o)}{n \cdot p}}$$

$$\varepsilon_W = 360^\circ - \beta_W - \gamma_W \quad \text{wenn } \beta_W > 180^\circ$$

$$\varepsilon_W = \beta_W - \gamma_W \quad \text{wenn } \beta_W < 180^\circ$$

$$\eta_W = \arcsin \left(\frac{p}{r} \cdot \sin \varepsilon_W \right) \quad \text{wenn } \varepsilon_W \geq 90^\circ$$

$$\eta_W = 180^\circ - \arcsin \left(\frac{p}{r} \cdot \sin \varepsilon_W \right) \quad \text{wenn } \varepsilon_W > 90^\circ$$

$$q = r \cdot \cos \eta_W + p \cdot \cos \varepsilon_W$$

$$x_{W2} = \sin \beta_W \cdot q$$

$$y_{W2} = \cos \beta_W \cdot q$$

$$x_{W1} = \sin \alpha_W \cdot o$$

$$y_{W1} = \cos \alpha_W \cdot o$$

$$\varrho_W = \arctan \frac{x_{W1} - x_{W2}}{(y_{W2} + n) - y_{W1}} + 180^\circ$$

$$\varrho_W = 360^\circ - \arctan \frac{x_{W1} - x_{W2}}{(y_{W2} + n) - y_{W1}}$$

$$\varrho_W = \arctan \frac{x_{W1} - x_{W2}}{(y_{W2} + n) - y_{W1}}$$

$$\varrho_W = 180^\circ - \arctan \frac{x_{W1} - x_{W2}}{(y_{W2} + n) - y_{W1}}$$

Bekannt sind, $\overline{TV} = r$ $\overline{LM} = n$ Gemessen wird, $\overline{LT} = o$ α_W, β_W

Fig. 4

Berechnet wird
 im $\Delta P, O, P : p, \gamma_W$
 im $\Delta P, r, q : \varepsilon_W, \eta_W$
 Output $\varrho_W, X_{W1}, Y_{W1}$

wenn $x_{W1} - x_{W2} > 0$
 und $\alpha_W > 180^\circ$

wenn $x_{W1} - x_{W2} < 0$
 und $\alpha_W > 180^\circ$

wenn $x_{W1} - x_{W2} > 0$
 und $\alpha_W < 180^\circ$

wenn $x_{W1} - x_{W2} < 0$
 und $\alpha_W < 180^\circ$

4/5

$$\beta = 180^\circ - \delta$$

$$a = arc \cdot \cos [-\cos(\beta + \gamma)]$$

$$c = a \frac{\sin \gamma}{\sin \alpha}$$

$$b = a \cdot \cos \gamma + c \cdot \cos \alpha$$

$$A_3 = \sin^{-1} \left(\frac{s_1}{s_2} \sin A_2 \right)$$

$$\xi = \cos^{-1} [-\cos(A_2 + A_3)]$$

$$x_W = \sin(\xi + \sigma) c$$

$$y_W = \frac{x}{\tan(\xi + \sigma)}$$

$$\lambda = 90^\circ - (\xi + \sigma)$$

$$\varrho_W = 90^\circ - (\lambda + \delta) = 90^\circ - (\lambda + 180^\circ - \beta)$$

Bekannt sind: a, A, B, σ
 Gemessen wird:
 $\delta_W, \varphi_W, \gamma_W$

Berechnet wird:
 im $\triangle a, b, c : a, c, b$
 im $\triangle \overline{AB}, c, d : \xi$
 im $\triangle x_W, y_W, c : x_W, y_W$
 Output ϱ_W, x_W, y_W

Fig. 6

5/5

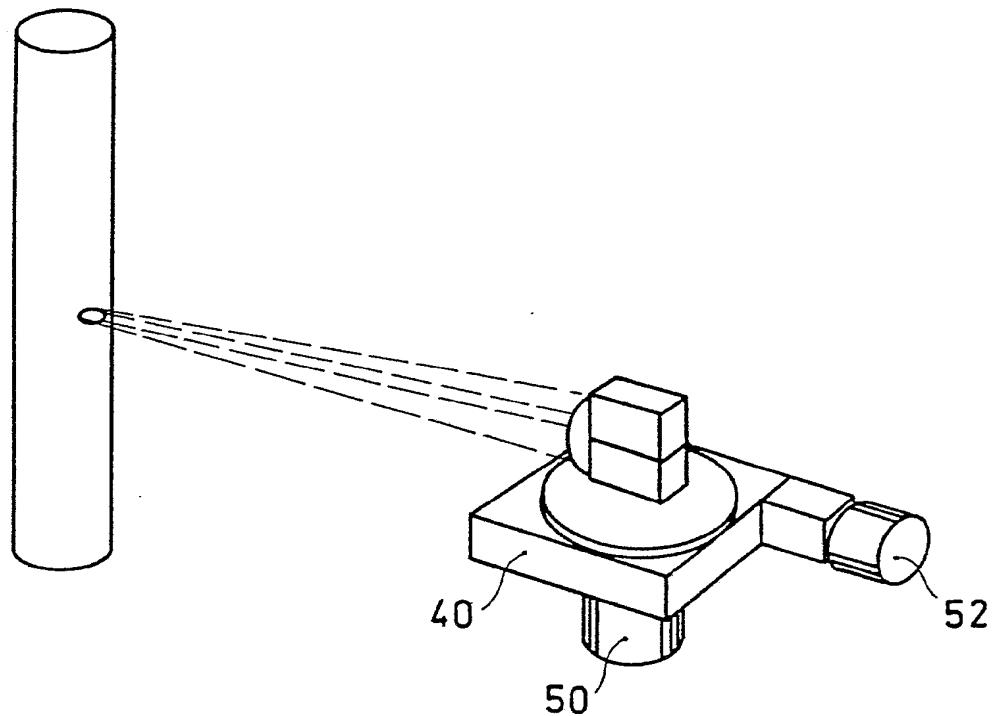
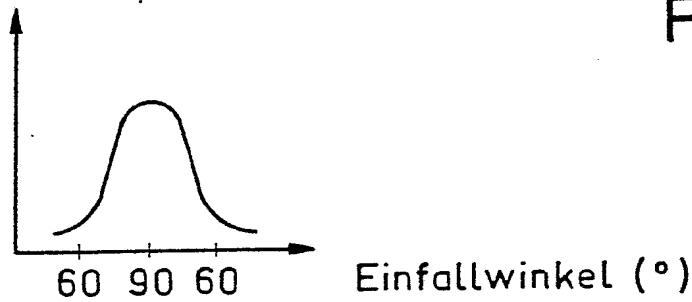
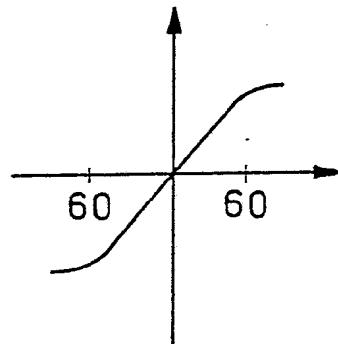
Intensität
SummeIntensität
Differenz

Fig. 8

ERSATZBLATT



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/CH 81/00115

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ³

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC
Int.Cl.³ G 01 S 17/42; G 01 C 21/00

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched ⁴

Classification System	Classification Symbols
Int.Cl.3	G 01 C 1/00, 3/00, 3/02, 3/04, 3/06, 3/08, 3/10, 3/12, 3/14, 21/00; G 01 S 1/70, 3/00, 5/16, 17/00, .../...

Documentation Searched other than Minimum Documentation
to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴

Category *	Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸
Y	DE, A, 2504112 (THOMSON-CSF), 7 August 1975, see page 2, last paragraph, claim 1	1-3,11
Y	FR, A, 2377026, (SOC. DE FABR. D'INSTRUM. DE MESURE), 4 August 1978, see page 3, lines 23-25, page 4, lines 20-33	1-4, 11,12
A	US, A, 3905680, (R.I. NAGEL), 16 September 1975, see column 1, lines 20-50	4,5,13
A	DE, A, 2605410, (MINNESOTA MINING AND MANUF.) 19 August 1976, see pages 1-3	4,5,13
A	FR, A, 2293714, (THOMSON-CSF), 2 July 1976, see claim 1	
A	DE, A, 2749578 (LICENTIA-PATENTVERW.), 10 May 1979, see page 3, paragraph 2	
A	DE, A, 2617797, (SCHULZ W.), 3 November 1977, see claims 1,5, and 7	

* Special categories of cited documents:¹⁵

"A" document defining the general state of the art

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document cited for special reason other than those referred to in the other categories

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but on or after the priority date claimed

"T" later document published on or after the international filing date or priority date and not in conflict with the application, but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search ¹	Date of Mailing of this International Search Report ²
24 February 1982 (24.02.82)	9 March 1982 (09.03.82)
International Searching Authority ¹ European Patent Office	Signature of Authorized Officer ²⁰

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

-2-

International Application No PCT/CH 81/00115

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ³

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched ⁴

Classification System	Classification Symbols
Int.Cl. ³	G 01 S 17/02, 17/06, 17/08, 17/32, 17/36, 17/42, 17/88; G 02 B 5/12, 5/122; G 05 D 1/00, 1/02, 3/00, 3/12; G 08 G 1/00, 1/04
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵	

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴

Category ⁶	Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸
A	MESSTECHNIK 12/69, vol. 77, December 1969, G. Strasser "Die elektronischen Entfernungsmesser Wild Distomat Di50 und Di10", pages 279-287 see page 283, right-hand column, paragraph 2 to page 284	

* Special categories of cited documents: ¹⁵

"A" document defining the general state of the art

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document cited for special reason other than those referred to in the other categories

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but on or after the priority date claimed

"T" later document published on or after the international filing date or priority date and not in conflict with the application, but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search ²

Date of Mailing of this International Search Report ²

International Searching Authority ¹

European Patent Office

Signature of Authorized Officer ²⁰

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/CH 81/00115

I. KLASSEKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationsymbolen sind alle anzugeben) ³		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Kl. ³ : G 01 S 17/42; G 01 C 21/00		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierte Mindestprüfstoff ⁴		
Klassifikationssystem	Klassifikationsymbole	
Int.Kl. ³	G 01 C 1/00, 3/00, 3/02, 3/04, 3/06, 3/08, 3/10, 3/12, 3/14, 21/00; G 01 S 1/70, 3/00, 5/16, 17/00,	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁵ ./. .		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN¹⁴		
Art ⁶	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹⁷	Betr. Anspruch Nr. ¹⁸
Y	DE, A, 2504112 (THOMSON-CSF), 07. August 1975, siehe Seite 2, letzter Absatz, Patentanspruch 1 ---	1-3,11
Y	FR, A, 2377026 (SOC. DE FABR. D'INSTRUM. DE MESURE), 04. August 1978, siehe Seite 3, Zeilen 23-25, Seite 4, Zeilen 20-33 ---	1-4,11,12
A	US, A, 3905680 (R.I. NAGEL), 16. September 1975, siehe Spalte 1, Zeilen 20-50 ---	4,5,13
A	DE, A, 2605410 (MINNESOTA MINING AND MANUF.), 19. August 1976, siehe Seiten 1-3 ---	4,5,13
A	FR, A, 2293714 (THOMSON-CSF), 02. Juli 1976, siehe Patentanspruch 1 ---	
A	DE, A, 2749578 (LICENTIA-PATENTVERW.), 10. Mai 1979, siehe Seite 3, Absatz 2 ---	./. .
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁵:</p> <p>'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist</p> <p>'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie z.B. geführt)</p> <p>'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>'P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfunderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfunderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche ¹⁹	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts ²⁰	
24. Februar 1982	09. März 1982	
Internationale Recherchenbehörde ²¹	Unterschrift des bevoilimächtigten Bediensteten ²⁰	
Europäisches Patentamt	G.L.M. KRUJDENBERG	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT -2-

Internationales Aktenzeichen PCT/CH 81/00115

I. KLASSEKIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationsymbolen sind alle anzugeben)¹⁾

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

II. RECHERCHIERTE SACHGEBiete

Recherchierter Mindestprüfstoff²⁾

Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole
Int.Kl. ³	G 01 S 17/02, 17/06, 17/08, 17/32, 17/36, 17/42, 17/88; G 02 B 5/12, 5/122; G 05 D 1/00, 1/02, 3/00, 3/12; G 08 G 1/00, 1/04

Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen⁴⁾III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁵⁾

Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der Maßgeblichen Teile ¹⁷	Betr. Anspruch Nr. ¹⁸
A	DE, A, 2617797 (SCHULZ W.), 03. November 1977, siehe Patentansprüche 1,5 und 7 ---	
A	MESSTECHNIK 12/69, Band 77, Dezember 1969, G. Strasser "Die elektronischen Entfernungsmesser Wild Distomat Di50 und Di10", Seiten 279-287, siehe Seite 283, rechte Spalte, Absatz 2 bis Seite 284 -----	

¹⁾ Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁵⁾:^{"A"} Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist^{"E"} älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist^{"L"} Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)^{"O"} Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht^{"P"} Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist^{"T"} Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist^{"X"} Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden^{"Y"} Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist^{"g"} Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

IV. BESCHEINIGUNG

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche ²⁾	Abschlussdatum des internationalen Recherchenberichts ²
Internationale Recherchenbehörde ¹⁾ Europäisches Patentamt	Unterschrift des bevoilimächtigten Bediensteten ²²⁾